

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-338425

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/09

G11B 7/135

(21)Application number : 2000-152611

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 24.05.2000

(72)Inventor : HACHI YASUO

(54) METHOD OF CORRECTING TRACKING OFFSET FOR OPTICAL PICKUP

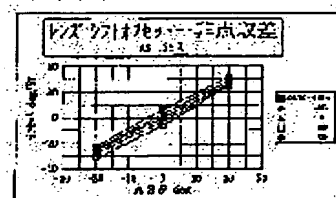
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve tracking offset generating when an objective lens is shifted in the radial direction of an optical disk, in an optical pickup with a DPD method applied using 2PDs.

SOLUTION: The method is characterized in that in the optical pickup with a DPD method applied using 2PDs, a mutually offsetting relation is set between the tracking offset caused by astigmatism contained in an optical system in the pickup and the tracking offset caused by spherical aberration contained similarly, as a result, the tracking offset generating when the center of the objective lens is shifted from the optical axis of the optical system in the radial direction of the optical disk is improved to be zero or a specific value.

本発明は、中心のオフセットの追従特性

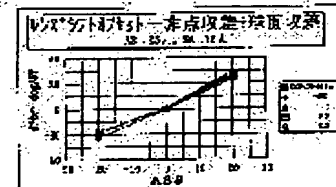
図1: 本発明の原理図



追従前

追従後

(b) 追従特性の改善を図示する場合



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-338425

(P2001-338425A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 7/09
7/135

G 1 1 B 7/09
7/135

C 5 D 1 1 8
Z 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-152611(P2000-152611)

(22) 出願日 平成12年5月24日 (2000.5.24)

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番
地

(72) 発明者 羽地 泰雄

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番
地 日本ビクター株式会社内

Fターム(参考) 5D118 AA03 BA01 CA13 CD03 CD11
CF03 CG02 DC03

5D119 AA03 BA01 EA02 EC02 EC15
JA02 JA43 LB01

(54) 【発明の名称】 光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法

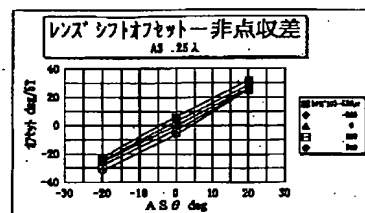
(57) 【要約】

【課題】 2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップにおいて、対物レンズを光ディスクの径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを改善する。

【解決手段】 2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップにおいて、ピックアップ内の光学系に含まれる非点収差によって生じるトラッキング・オフセットと、ピックアップ内の光学系に含まれる球面収差によって生じるトラッキング・オフセットとが互いに相殺される関係に設定することにより、対物レンズの中心を光学系の光軸から光ディスクの径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを零(0)又は一定値に改善したことを特徴とする光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法を提供する。

非点収差の角度 θ が0°付近のオフセットの変動特性

(a) 非点収差のみの場合

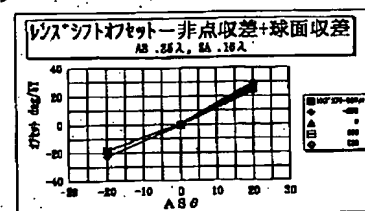


改善前



改善後

(b) 非点収差と球面収差を抵消させた場合



【特許請求の範囲】

【請求項 1】凹凸状のピットを多数連ねて同心円状又は螺旋状に形成したトラックを径方向に所定のピッチで記録した光ディスクの信号面に、光ピックアップ内の対物レンズからスポット光を照射し、このスポット光が前記信号面で反射した戻り光を前記光ピックアップ内の光検出器上でトラック方向に対して左右に分割した 2 つの受光部（2PD）で受光して、前記 2 つの受光部からの信号の位相差によりトラッキングエラー信号を得るために前記 2 つの受光部（2PD）を用いた位相差方式（DPD）において、前記ピックアップ内の光学系に含まれる非点収差によって生じるトラッキング・オフセットと、前記ピックアップ内の光学系に含まれる球面収差によって生じるトラッキング・オフセットとが互いに相殺される関係に設定することにより、前記対物レンズの中心を前記光学系の光軸から前記光ディスクの径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを零（0）又は一定値に改善したことを特徴とする光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対物レンズからのスポット光を光ディスクの信号面に照射して、このスポット光が信号面で反射した戻り光を光検出器（PD…Photo Detector）上で分割した 2 つの受光部（2PD）で受光して、2 つの受光部からの信号の位相差によりトラッキングエラー信号を得る位相差方式（DPD…Differential Phase Detection）において、とくに、スポット光がトラックを横切る方向にシフト（移動）したときに発生するトラッキング・オフセットを良好に補正する光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、大容量の映像情報、音声情報、データ情報を保存する情報記録媒体として、CD（Compact Disc）、DVD（Digital Versatile Disc）など光学的に情報を記録・再生する光ディスクが多用されており、この種の光ディスクは目的の情報を迅速にアクセスできる点から注目されている。この光ディスクには凹凸状のピットを多数連ねて同心円状又は螺旋状に形成したトラックが径方向に所定のピッチ（1 μ m 前後のピッチ）で記録されている。

【0003】そして、上記光ディスクは、径方向（ラジアル方向）に移動自在な光ピックアップにより映像情報、音声情報、データ情報などを記録したり、記録済みの情報を再生している。

【0004】図 1 は光ディスクの記録及び／又は再生に

適用される光ピックアップの構成を示した図、図 2 は 4PD を用いた DPD 方式によるトラッキングエラー信号を演算する方法を説明するための図、図 3 は 2PD を用いた DPD 方式によるトラッキングエラー信号を演算する方法を説明するための図、図 4 は 4PD を用いた DPD 方式、又は、2PD を用いた DPD 方式によりトラッキングエラー信号を生成する際に、対物レンズが光ディスクの径方向にシフト（移動）したときの状態を示した図である。

10 【0005】図 1 に示した如く、光ピックアップ 10 は、周知のように、波長 λ （nm）のレーザ光 L を出射するレーザ素子 11 と、レーザ素子 11 から出射したレーザ光 L を平行光束にするコリメータレンズ 12 と、コリメータレンズ 12 を通過したレーザ光 L を通過させ且つ下記するように光ディスク 1 からの戻り光 Lm をレーザ光 L に対して直交する方向に反射させる偏光プリズム 13 と、1/4 波長板 14 と、光ディスク 1 の信号面 1a にスポット光 Ls を集光させる対物レンズ 15 と、光ディスク 1 に照射したスポット光 Ls が反射した戻り光 Lm を対物レンズ 15、1/4 波長板 14、偏光プリズム 13 を経て集光させる集光レンズ 16 と、集光した戻り光 Lm を単一方向のみレンズとして作用させ且つ単一方向に対して直角な方向ではレンズ作用がなく非点収差法によるフォーカスエラー信号を得るために用いたシリンドリカルレンズ 17 と、シリンドリカルレンズ 17 を通過した戻り光 Lm を検出するために複数の受光部を形成した光検出器 20 と、この光検出器 20 で受光した複数の受光部からの信号を演算して情報信号、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号（DPD 信号）などを生成する信号処理手段 30 とにより主に構成されている。

【0006】上記した光ピックアップ 10 内の各構成部材のうちでコリメータレンズ 12、偏光プリズム 13、1/4 波長板 14、対物レンズ 15、集光レンズ 16、シリンドリカルレンズ 17 が光学系を構成する光学部品であり、これらの光学部品は光学系の光軸 K 上に上記順でそれぞれ設置されている。

40 【0007】そして、光ディスク 1 を高速に回転させて、光ピックアップ 10 内の対物レンズ 15 を介して光ディスク 1 の信号面 1a に照射したスポット光 Ls が合焦状態で多数のピットで形成したトラックに沿って移動し、且つ、対物レンズ 24 を光ディスク 1 の径方向（ラジアル方向）に順次移動させることで、映像情報、音声情報、データ情報などを記録したり、記録済みの情報を再生している。

【0008】ここで、光ディスク 1 からの戻り光 Lm を光検出器 20 で受光して情報信号、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号（DPD 信号）などを生成するにあたって、以下の説明では情報信号、フォーカスエラー信号を演算する場合を省略し、トラッキングエラ

一信号を演算する場合についてのみ詳述する。

【0009】図2及び図3に示した如く、上記した光検出器(PD…Photo Detector)20は、複数の受光部として例えば4分割した受光部20a~20dで光ディスク1からの戻り光Lmを受光しており、即ち、光ディスク1からの戻り光Lmのファーフールドパターンをトラック方向及び径方向(ラジアル方向)の分割線で4分割した各領域20a~20dで受光してA~D信号を得ている。そして、光ディスク1からの戻り光Lmを光検出器20で受光してフォーカスエラー信号を演算する場合には、図2に示した4PDを用いたDPD方式と、図3に示した2PDを用いたDPD方式のいずれかの方式が採用されている。

【0010】まず、図2に示した如くにトラッキングエラー信号を演算する方式では、光検出器20の4分割した4つの受光部20a~20d(4PD…4Photo Detector)で受光したA~D信号を全て用いているので、この方式を4PDを用いたDPD方式と称している。即ち、信号処理手段30は、光検出器20上で対角方向のA信号とC信号と、これとは異なる対角方向のB信号とD信号とを足算器31、32でそれぞれ加算して(A+C)信号、(B+D)信号を得て、更に、(A+C)信号と(B+D)信号とを位相比較器33で位相比較して(A+C)と(B+D)の位相差信号を得ることで、光ディスク1上のトラックに対してトラッキングをかけるためのトラッキングエラー信号を生成している。

【0011】一方、図3に示した如くにトラッキングエラー信号を演算する方式では、光検出器20の4分割した受光部20a~20dのうちの2つの受光部20a、20b(2PD…2Photo Detector)、又は、2つの受光部20c、20d(2PD)で受光した2つのA信号、B信号、又は、2つのC信号、D信号を用いているので、この方式を2PDを用いたDPD方式と称している。即ち、信号処理手段30は、光検出器20上でトラック方向に対して左右に分割した前方側のA信号とB信号、又は、検出器20上でトラック方向に対して左右に分割した後方側のC信号とD信号を位相比較器34で位相比較してA信号とB信号の位相差信号、又は、C信号とD信号の位相差信号を得ることで、光ディスク1上のトラックに対してトラッキングをかけるためのトラッキングエラー信号を生成している。

【0012】また、上記した4PDを用いたDPD方式、又は、2PDを用いたDPD方式によりトラッキングエラー信号を得る際に、図4に示すように対物レンズ15からのスポット光Lsが光ディスク1の信号面1aに合焦している状態で、対物レンズ15の中心を光学系の光軸Kから光ディスク1の径方向にシフト(移動)させた時、光ディスク1からの戻り光Lmの強度分布の中心が光検出器20の分割線からたとえば距離 ΔX だけ離

れる。この際、光ディスク1に照射したスポット光Lsの中心部がトラックの中心上にあれば、戻り光Lmの中心部は対物レンズ15の中心を通過して光学系の光軸Kに沿いながら4分割した受光部20a~20dの分割中心点O(図2)に向かうものである。

【0013】ここで、上記した4PDを用いたDPD方式により得られたトラッキングエラー信号は、光ディスク1に形成したピットの深さに依存してトラッキング・オフセットが発生することが知られており、この現象を図5及び図6を用いて説明する。

【0014】図5は対物レンズを光ディスクの径方向にシフトした時に、光ディスクのピット深さが $\lambda/4$ の場合と、ピット深さが $\lambda/4$ でない場合とで光検出器上のパターンを示した図、図6は4PDを用いたDPD方式によるトラッキング・オフセットの発生原理を説明するための波形図である。

【0015】図5に示した如く、対物レンズ15の中心を光学系の光軸Kから光ディスク1の径方向(ラジアル方向)にシフトした時(以下、この動作をレンズシフトと呼称する)に、光検出器20上では、光ディスク1に形成したピットPの深さ(以下、ピット深さと記す)によって、回折パターンの前後方向での分布が影響を受ける。例えば、光ディスク1のピット深さが $\lambda/4$ (但し、 λ は読み取りレーザ光の波長)の場合には、戻り光Lmのパターンは光検出器20上で4分割した分割中心点O(図2)に対して点対称となるため、対角方向の和信号を生成している4PDを用いたDPD方式では光検出器20の分割線とパターンの中心に不一致が発生しても相補関係で補正されるため、トラッキングエラー信号は戻り光Lmのパターンと分割線が一致している場合と変化なく、トラッキング・オフセットが発生しない。

【0016】しかしながら、ピット深さが $\lambda/4$ からはずれたときには、光検出器20上で強度パターンの前後が不一致となり、この状態で対物レンズ15をシフトさせると強度パターンの中心が光検出器20の分割線からはずれ、対角和をとって信号を生成しても前後の分布が一致していないと相補関係とはならないため、信号はアンバランスとなり、信号の位相ずれが発生し、スポット光がトラックの中心をトレースしていてもトラッキングエラー信号が零(0)とならないでトラッキング・オフセットが発生する。

【0017】より具体的に4PDを用いたDPD方式によるトラッキング・オフセットの発生原理を波形パターンにより説明すると、図6は4PDを用いたDPD方式によるトラッキング・オフセットの発生原理を説明する際に、スポット光がトラック中心上でピット端に位置している時に、光ディスク1のピット深さ及び対物レンズによるレンズシフトの有無をパラメータとしている。

【0018】光ディスク1のピット深さが $\lambda/4$ の場合には、光検出器20から得られる(A+C)信号と(B

10

20

30

40

50

+D) 信号に現れる波形パターンは同じになり、たとえ対物レンズ15が光ディスク1の径方向にシフトして光検出器20の各受光部上で戻り光Lmが移動したとしても、スポット光Lsがトラック中心上にあるときは(A+C)信号と(B+D)信号の間に発生する位相差は零(0)となる。

【0019】これに対し、光ディスク1のピット深さが $\lambda/4$ と異なる場合には、(A+C)信号と(B+D)信号にレベル差が生ずる。光検出器20の各受光部上で戻り光Lmが移動していない場合には、(A+C)信号と(B+D)信号の間にレベル差はなく、トラッキングエラー信号は零(0)になる。しかし、対物レンズ15が光ディスク1の径方向にシフトした場合には(A+C)信号と(B+D)信号の間にアンバランスが発生する。これにより、位相差が生じてトラッキングエラー信号にトラッキング・オフセットが生ずる。

【0020】そこで、4PDを用いたDPD方式によるトラッキング・オフセットの発生に対する対策の一例として、特公平6-3648号公報に述べられているように4PDの信号位相を遅延させて位相差を打ち消す方式がある。この対策例の電気回路ブロックは図7に示すように電気回路部に遅延線を用いた補正方式が使われていた。

【0021】また、4PDを用いたDPD方式によるトラッキング・オフセットの発生に対する対策の他例として、特開平11-203693号公報のように4PD信号に遅延線を挿入して、トラッキング・オフセットを学習し打ち消す方法が示されている。

【0022】これらは4PD方式でトラックの進行方向の前に位置する2つのPDの信号の遅延量を制御し、トラッキング・オフセットが零(0)になるように初期制御するものである。このように4PD方式の場合は遅延線又は可変遅延回路や制御プログラムが必要であった。

【0023】これに対して図5の下段に示すように2PDを用いたDPD方式の場合には、対物レンズ15によるレンズシフト時のトラッキング・オフセット変動が4PDを用いたDPD方式よりは光ディスク1のピット深さに依存するのが少ない利点を有する(応用物理学会'97秋4P-ZE-7(2PDを用いたDPDトラッキング制御法の解析)を参照されたい)。

【0024】このように、2PDを用いたDPD方式は原理的(収差が少ない光学系の場合)には図3に示したように、光検出器20からのA、B信号、又は、C、D信号を信号手段30の位相比較器34で演算しているため、検出回路構成がきわめて簡単で、且つ、光ディスク1のピット深さに依存したトラッキング・オフセットが発生しない良好な方式であり、4PD方式で必要なオフセット補正回路を用いる必要はなく電気回路の構成を含めて、コストでも有利な方式である。

【0025】しかし、「SPIE Vol 3401 S 50

signal and Servoissues in DVD/CD and CD/R/RW Compatible Optical Pick-Up」の論文に記載されているように、光ピックアップ10内の光学系に収差がある場合には、光ディスク1のピット深さや光ピックアップ10内の光学系の収差量に依存して対物レンズ15によるレンズシフトでトラッキング・オフセットが変動するという問題がある。

【0026】特に、前記論文に記載されているように、2PDを用いたDPD方式において、光ピックアップ10内の光学系による非点収差がトラックに対して 45° 方向にある場合には、対物レンズ15によるレンズシフトが零(0)の時でも大きなトラッキング・オフセットを発生する。

【0027】図8には、光ピックアップ10内の非点収差の方向 θ を形成されたスポット光の角度にして示しており、トラッキング・オフセットの大きさは、非点収差ASの大きさと、非点収差の方向 θ によって決まり、即ち、 $AS \times \sin(2\theta)$ の関係である。

【0028】また、トラッキング・オフセットは、対物レンズ15によるレンズシフトによって変動する。これも非点収差の方向 θ によって変わる特性がある。

【0029】また、光ピックアップ10内の光学系に球面収差がある場合は、この球面収差の大きさと、対物レンズ15によるレンズシフトの大きさに比例して変わるトラッキング・オフセットがある。

【0030】このように光ピックアップ10内の光学系に含まれる非点収差及び球面収差によって発生するトラッキング・オフセットが異なり、光ピックアップ10内の光学系全体でトラッキング・オフセットが発生しないように非点収差及び球面収差を最適化する必要があった。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記したように、2PDを用いたDPD方式は、対物レンズ15によるレンズシフト時のトラッキング・オフセット変動が4PDを用いたDPD方式よりは光ディスク1のピット深さに依存するのが少ない利点を有するものの、2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップ10内の光学系に含まれる非点収差及び球面収差によってトラッキング・オフセットが発生している。

【0032】とくに、2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップ10の組立上で使用する光学部品は量産され、生産の工程で発生する収差を実使用上問題ない程度に許容しており、理想的な状態である収差がない光学系と違ってある程度の収差を残存した状態で、光ピックアップ10が組み立てられている。

【0033】このような2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップ10で光ディスク1を再生し、読み取りトラックに追従して対物レンズ15の中心を光学

系の光軸Kから光ディスク1の径方向にシフトした時に、光ピックアップ10内の光学系に含まれる非点収差及び球面収差によって発生するトラッキング・オフセットを出来るだけ少なくなるようにし、更に、対物レンズ15によるレンズシフトに依存したオートラッキング・フセット変動を少なくすることが望まれている。

【0034】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、凹凸状のピットを多数連ねて同心円状又は螺旋状に形成したトラックを径方向に所定のピッチで記録した光ディスクの信号面に、光ピックアップ内の対物レンズからスポット光を照射し、このスポット光が前記信号面で反射した戻り光を前記光ピックアップ内の光検出器上でトラック方向に対して左右に分割した2つの受光部(2PD)で受光して、前記2つの受光部からの信号の位相差によりトラッキングエラー信号を得るために前記2つの受光部(2PD)を用いた位相差方式(DPD)において、前記ピックアップ内の光学系に含まれる非点収差によって生じるトラッキング・オフセットと、前記ピックアップ内の光学系に含まれる球面収差によって生じるトラッキング・オフセットとが互いに相殺される関係に設定することにより、前記対物レンズの中心を前記光学系の光軸から前記光ディスクの径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを零(0)又は一定値に改善したことを特徴とする光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法を提供するものである。

【0035】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法の一実施例を図1、図3、図8～図16を参照して詳細に説明する。

【0036】本発明に係る光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法では、先に図1で説明した光ピックアップ10に、図3で説明した2PDを用いたDPD方式を適用した際に、光ピックアップ10内の光学系に非点収差と球面収差が残存する場合でも、非点収差で発生するトラッキング・オフセット変動と、球面収差で発生するトラッキング・オフセット変動とが互いに相殺される関係になるように設定することにより、対物レンズ15によるレンズシフト時でもトラッキング・オフセットの発生を零(0)又は一定値に改善したことを特徴とするものである。

【0037】この際、光ピックアップ10内の光学系は、図1で説明したように光軸K上にそれぞれ順に設置したコリメータレンズ12、偏光プリズム13、1/4波長板14、対物レンズ15、集光レンズ16、シリンドリカルレンズ17などの光学部品を総括するものとす。

【0038】図9(a)はトラッキング・オフセットの単位を定義するための図であり、(b)はトラッキング

エラー信号の波形を説明するための図、図10は非点収差の角度をパラメータとして、レンズシフトに対するトラッキング・オフセットの変動特性を示した第1態様図であり、(a)はピット深さ $\lambda/4$ 、(b)はピット深さ $\lambda/5$ 、(c)はピット深さ $\lambda/3$ を示した図、図11はレンズシフトをパラメータとして、非点収差の角度に対するトラッキング・オフセットの変動特性を示した第2態様図であり、(a)はピット深さ $\lambda/4$ 、(b)はピット深さ $\lambda/5$ 、(c)はピット深さ $\lambda/3$ を示した図、図12は図10と図11の2つの表示結果をまとめて、非点収差によるトラッキング・オフセットのまとめを示した第3態様図、図13は非点収差によるトラッキング・オフセットの変動特性を示した第4態様図であり、(a)は非点収差の大きさをパラメータとして、レンズシフトに対するオフセットの変動特性を示し、(b)はレンズシフト $\pm 520\mu\text{m}$ の時に発生する非点収差によるトラッキング・オフセットの変動を示した図、図14は球面収差によるトラッキング・オフセットの変動特性を示した第5態様図であり、(a)は球面収差の大きさをパラメータとして、レンズシフトに対するオフセットの変動特性を示し、(b)はレンズシフト $\pm 520\mu\text{m}$ の時に発生する球面収差によるトラッキング・オフセットの変動を示した図、図15は非点収差の角度 θ が 0° 付近のトラッキング・オフセットの変動特性を示した第6態様図であり、(a)は非点収差のみの場合のトラッキング・オフセットを示し、(b)は非点収差と球面収差を混合した場合のトラッキング・オフセットを示した図、図16は非点収差の角度 θ が 0° 付近において、非点収差のみの場合と、非点収差と球面収差を混合した場合のトラッキング・オフセットのまとめを示した第7態様図である。

【0039】まず、以下の説明で用いる図10～図16中に記載したトラッキング・オフセットの単位について、図9を用いて説明する。

【0040】図9(a)に示した如く、トラッキング・オフセットの単位は、図10～図16中でオフセット $\text{deg}/5T$ として表示しているものである。この表示の定義は、光ディスク1に形成されたピットPの平均長を $5T$ と仮定して、2PDによるトラッキングエラー信号(DPD信号)を計算したものである。ここでは、 $5T$ の平均長を有する凹状のピットPと、このピットPと繋がって $5T$ の長さを有する平坦部Hとを合わせて1周期とし、この1周期の期間を 360° とした時に、 0° を基準としてプラス方向の角度表示は位相が進んだ方向を示し、一方、マイナス方向の角度表示は位相が遅れた方向を示しているものである。

【0041】また、図9(b)に示した如く、トラッキングエラー信号(DPD信号)は、スポット光Lsの中心部がトラック中心上にあるオートラック時に位相差が零(0)であり、一方、スポット光Lsがトラック中心

から外れているオフトラック時に位相差を発生し、およそ $\pm 90^\circ$ 程度の位相差が出る鋸波信号である。この際、実線で示した鋸波信号と点線で示した鋸波信号のオントラック線上でのずれ量がトラッキング・オフセットとなる。

【0042】次に、図3に示したような2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップ10内の光学系に非点収差がある時に、この非点収差によって発生するトラッキング・オフセットについて図10～図13を用いて説明する。

【0043】図10では、非点収差ASの角度 θ をパラメータとして、レンズシフト(単位 $\cdots \mu\text{m}$)を横軸に、トラッキング・オフセット(単位 $\cdots \text{deg}/5T$)を縦軸に表示してグラフ化している。ここでは、光ディスク1のピット深さ(単位 $\cdots \lambda$ (但し、 λ は以下の説明中全て読み取りレーザ光の波長))が、(a)で $\lambda/4$ の場合、(b)で $\lambda/5$ の場合、(c)で $\lambda/3$ の場合に、光ピックアップ1の読み取りスポットに非点収差ASがあり、その非点収差ASの角度 θ が光ディスク1の読み取りトラックに対して -20° 、 $0^\circ \sim 180^\circ$ と変化した時、対物レンズ15の中心が光学系の光軸Kから光ディスク1の径方向(ラジアル方向)にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットがどのように変化するかを計算した。この際、パラメータとなる非点収差ASの角度 θ は、 -20° から 180° まで適宜なステップで段階的に振り、レンズシフトも $-520 \sim +520 \mu\text{m}$ まで適宜なステップで段階的に振っている。

【0044】次に、図11では、レンズシフトをパラメータとして、非点収差ASの角度 θ (単位 $\cdots \text{deg}$)を横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。ここでも、図10と同様に、光ディスク1のピット深さが(a)で $\lambda/4$ の場合、(b)で $\lambda/5$ の場合、(c)で $\lambda/3$ の場合を計算で求めており、それぞれの非点収差ASの角度 θ でトラッキング・オフセットの発生量と変化量が異なっていることが見られる。

【0045】次に、図10と図11の2つの表示結果をまとめて図12で示しており、図12では変動pp及びオフセットをパラメータとして、非点収差ASの角度 θ を横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。ここでは、レンズシフト=0の状態の対物レンズ15が中心に位置する場合に発生しているトラッキング・オフセットと、その後、対物レンズ15によるレンズシフトでどのような大きさでトラッキング・オフセットが変動しているかに注目して、トラッキング・オフセットの中心値と変動分としてまとめたものが図12のグラフである。

【0046】この図12のグラフの結果を見ると、非点収差ASによって発生するトラッキング・オフセットはレンズシフト=0では光ディスク1のピット深さにあま

り依らず、非点収差ASの大きさと非点収差ASの方向 θ によって決まり、 $AS \times \sin(2\theta)$ の関係によってトラッキング・オフセットが発生していることが言える。また、レンズシフトでのトラッキング・オフセット変動分は光ディスク1のピット深さや、非点収差ASの角度 θ によって変化していることが見られる。

【0047】これまでは計算の都合で実際の光学部品に残存する収差より相当大きな非点収差で図10～図12を示したが、実際的な非点収差ASの大きさの場合どうかを見るために、図13(a)では非点収差ASの大きさ(単位 $\cdots \lambda$)をパラメータにして、レンズシフトでのトラッキング・オフセットの変動を計算した結果を示しており、ここではレンズシフトを横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。この際、非点収差ASの大きさは、 0.25λ から -0.1λ まで適宜なステップで段階的に振っている。

【0048】また、図13(b)では、レンズシフト $\pm 520 \mu\text{m}$ の時に発生する非点収差ASによるトラッキング・オフセットの変動に対して、非点収差の振幅(単位 $\cdots \lambda$)を横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。この図13(b)では、図13(a)において対物レンズ15によるレンズシフトを $-520 \mu\text{m}$ から $+520 \mu\text{m}$ まで変化させた時の各非点収差ASの大きさによるトラッキング・オフセットの変動の傾斜がマイナス傾斜方向か、変化なしか、プラス傾斜方向かを $-520 \mu\text{m}$ と $+520 \mu\text{m}$ とのオフセット差値で±表示している。そして、図13(b)の結果によれば、トラッキング・オフセットの変動分は非点収差ASの振幅とほぼ比例的な関係が見られた。また、非点収差ASが正の場合、トラッキング・オフセット変動は-になる関係である。

【0049】次に、2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップ10内の光学系に球面収差がある時に、この球面収差によって発生するトラッキング・オフセットについて図14を用いて説明する。

【0050】図14(a)では、球面収差SAの大きさ(単位 $\cdots \lambda$)をパラメータにして、レンズシフトでのトラッキング・オフセットの変動を計算した結果を示しており、ここではレンズシフトを横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。この際、球面収差SAの大きさは、 0.25λ から -0.1λ まで適宜なステップで段階的に振っている。

【0051】また、図14(b)では、レンズシフト $\pm 520 \mu\text{m}$ の時に発生する球面収差SAによるトラッキング・オフセットの変動に対して、球面収差の振幅(単位 $\cdots \lambda$)を横軸に、トラッキング・オフセットを縦軸に表示してグラフ化している。この図14(b)では、図14(a)において対物レンズ15によるレンズシフトを $-520 \mu\text{m}$ から $+520 \mu\text{m}$ まで変化させた時の各球面収差SAの大きさによるトラッキング・オフセット

の変動の傾斜がマイナス傾斜方向か、変化なしか、プラス傾斜方向かを $-520\mu\text{m}$ と $+520\mu\text{m}$ とのオフセット差値で±表示している。

【0052】上記図14(a), (b)の結果によれば、球面収差SAで発生するトラッキング・オフセットはレンズシフトが無い時には零(0)であり、レンズシフトで略比例的に変化するものである。この際、極性の関係は球面収差SAの振幅が+の場合にオフセット変動は増加している。逆に球面収差SAの振幅が-の極性の場合には+のレンズシフトでオフセットが-に変化する極性関係である。

【0053】このような図13と図14の関係より、たとえば非点収差ASの角度を 0° にした場合、非点収差ASが+であるとトラッキング・オフセット変動は-となるが、逆に、球面収差SAでの変動は球面収差SAが+であるとトラッキング・オフセット変動が+となるものである。

【0054】従って、非点収差量ASと球面収差量SAを併存させ、その収差量の関係を制御すればレンズシフトで発生するトラッキング・オフセット変動が相殺されることが想定される。これを言い換えると、ピックアップ10内の光学系に含まれる非点収差ASによって生じるトラッキング・オフセットと、ピックアップ10内の光学系に含まれる球面収差SAによって生じるトラッキング・オフセットとが互いに相殺される関係に設定することにより、対物レンズ15の中心を光学系の光軸Kから光ディスク1の径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを零(0)又は一定値にすることが可能となる。

【0055】このような観点より、たとえば非点収差ASの大きさが 0.25λ /(角度 $-20^\circ, 0^\circ, +20^\circ$)であり、球面収差SAの大きさが 0.16λ のスポットでレンズシフトが $\pm 520\mu\text{m}$ の時のトラッキング・オフセットを計算した結果を図15のグラフで示す。

【0056】図15(a)では、レンズシフトをパラメータにして、非点収差ASに対するトラッキング・オフセットの変動を示している。一方、図15(b)では、レンズシフトをパラメータにして、非点収差AS+球面収差SAに対するトラッキング・オフセットの変動を示している。ここで、図15(a)の場合は非点収差ASのみであるので改善前の状態を示し、一方、図15(b)の場合は非点収差ASと球面収差SAの両方を考慮しているので本発明による改善後の状態を示している。

【0057】この結果では非点収差ASの角度が 0° のところでは収束し、レンズシフトによってトラッキング・オフセットが発生しないように補正されている。

【0058】また、非点収差ASの方向角が $\pm 20^\circ$ のところでも非点収差ASのみである場合より、非点収差ASと球面収差SAとが混在したときの方がトラッキン

グ・オフセットの変動は収束して少なくなっている。ここでは対物レンズ15が中心にある場合でもトラッキング・オフセットが発生しているが、レンズシフトによって変動しないで、一定値のトラッキング・オフセットに保たれる状態になる。

【0059】次に、図16では、非点収差ASの角度 θ が 0° 付近において、トラッキング・オフセットとレンズシフトでの変動分の関係でグラフ化した。この結果、非点収差ASが -20° から $+20^\circ$ のところでは非点収差ASと球面収差SAを混在させることでトラッキング・オフセットの変動分が少なくなっている。また、非点収差ASの角度 $\theta=0^\circ$ では中心値が0となり、トラッキング・オフセットの変動分が0になっている。更に、非点収差ASの角度 θ が $\pm 20^\circ$ ではトラッキング・オフセットは残っているもののレンズシフトによる変動分が少なくなっている。

實際上、光ピックアップ10の組み立て時に、光学系を構成する全てのレンズの収差を測定し、その結果に基づいて組み立てるようなことはできないため、ロットより抜き取られたサンプルより、非点収差の量と角度を求めると測定の誤差等 $\pm 20^\circ$ はあり得る角度誤差である。このような場合でも前記各グラフに示すように、トラッキング・オフセットの変動が圧縮できている。

【0060】また、トラッキング・オフセットの対物レンズ15の中心での成分は光ピックアップ10を動作させる初期段階でトラッキング・フセットの自動調整をすれば、トラッキング・オフセットを消去できる。また、レンズシフトによる変動分はトラッキングを掛けた状態で対物レンズ15が中心より移動した場合にレンズシフトによるトラッキング・オフセットの変動を補正する必要がないのでサーボ系の自動調整が初期の設定だけで済み、追加の補正を不要としても動作が安定化でき、構成の簡略化を測ることができるメリットがある。

【0061】

【発明の効果】以上詳述した本発明に係る光ピックアップのトラッキング・オフセット補正方法によると、2PDを用いたDPD方式を適用した光ピックアップにおいて、とくに、ピックアップ内の光学系に含まれる非点収差によって生じるトラッキング・オフセットと、光学系に含まれる球面収差によって生じるトラッキング・オフセットとが互いに相殺される関係に設定することにより、対物レンズの中心を光学系の光軸から光ディスクの径方向にシフトした時に発生するトラッキング・オフセットを零(0)又は一定値に改善しているため、トラックに追従して信号を読み取る時、常に対物レンズが中心に位置できないようなアクセスやフィード送り動作状態でも、トラッキングサーボがトラックの上にスポットを制御でき、良好な信号を再生でき、また、サーボがはずれる等の問題を回避でき、サーボ動作が安定化する。

【0062】また、上記のように設定することで、対物レンズによるレンズシフトによるトラッキング・オフセットの変動分が相殺されるので、対物レンズによるレンズシフトで発生したオフトラックのレンズ位置を検出することによって補正する構成が不要となり、制御系を簡略化できる。この際、対物レンズの位置が0の初期でのオフセットは自動調整によって補正できるため、その後の対物レンズのシフトで発生する成分がなくなれば制御系が簡単化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ディスクの記録及び／又は再生に適用される光ピックアップの構成を示した図である。

【図2】4 P Dを用いたD P D方式によるトラッキングエラー信号を演算する方法を説明するための図である。

【図3】2 P Dを用いたD P D方式によるトラッキングエラー信号を演算する方法を説明するための図である。

【図4】4 P Dを用いたD P D方式、又は、2 P Dを用いたD P D方式によりトラッキングエラー信号を生成する際に、対物レンズが光ディスクの径方向に移動（レンズシフト）したときの状態を示した図である。

【図5】対物レンズによるレンズシフト時に、光ディスクのピット深さが $\lambda/4$ の場合と、ピット深さが $\lambda/4$ でない場合とで光検出器上のパターンを示した図である。

【図6】4 P Dを用いたD P D方式によるトラッキング・オフセットの発生原理を説明するための波形図である。

【図7】4 P Dを用いたD P D方式によるトラッキング・オフセットの発生に対しての対策例を説明するための電気回路ブロックである。

【図8】光ピックアップのシリンドリカルレンズによる*

* 非点収差を説明するための図である。

【図9】(a)はトラッキング・オフセットの単位を定義するための図であり、(b)はトラッキングエラー信号の波形を説明するための図である。

【図10】非点収差の角度をパラメータとして、レンズシフトに対するトラッキング・オフセットの変動特性を示した第1態様図である。

【図11】レンズシフトをパラメータとして、非点収差の角度に対するトラッキング・オフセットの変動特性を示した第2態様図である。

【図12】図10と図11の2つの表示結果をまとめて、非点収差によるトラッキング・オフセットのまとめを示した第3態様図である。

【図13】非点収差によるトラッキング・オフセットの変動動特性を示した第4態様図である。

【図14】球面収差によるトラッキング・オフセットの変動特性を示した第5態様図である。

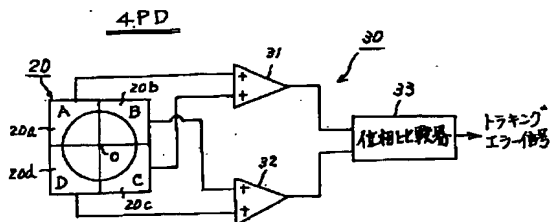
【図15】非点収差の角度 θ が 0° 付近のトラッキング・オフセットの変動特性を示した第6態様図である。

【図16】非点収差の角度 θ が 0° 付近において、非点収差のみの場合と、非点収差と球面収差を混合した場合のトラッキング・オフセットのまとめを示した第7態様図である。

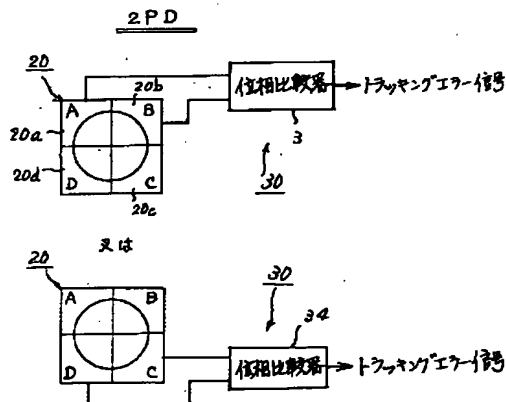
【符号の説明】

1…光ディスク、1a…信号面、10…光ピックアップ、11…レーザ素子、12…コリメータレンズ、13…偏光プリズム、14… $1/4$ 波長板、15…対物レンズ、16…集光レンズ、17…シリンドリカルレンズ、12～17…光学系、20…光検出器、20a、20b…受光部（2 P D）、20c、20d…受光部（2 P D）、34…位相比較器、L…レーザ光、Ls…スポット光、Lm…戻り光、AS…非点収差、SA…球面収差、K…光軸。

【図2】

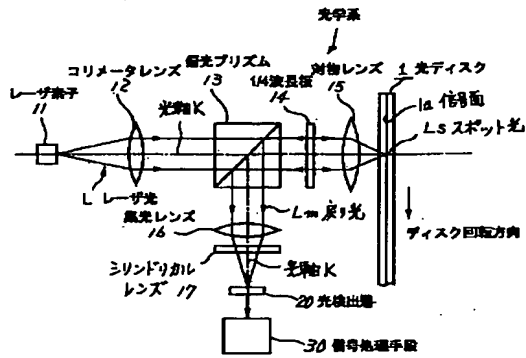


【図3】

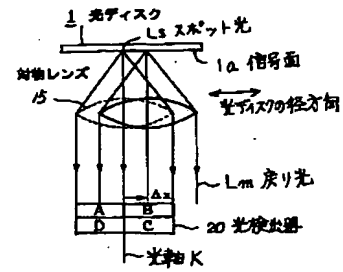


【図1】

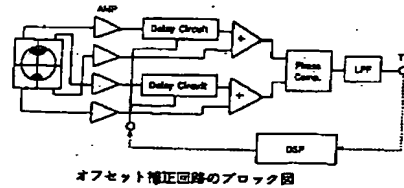
10 光ピックアップ



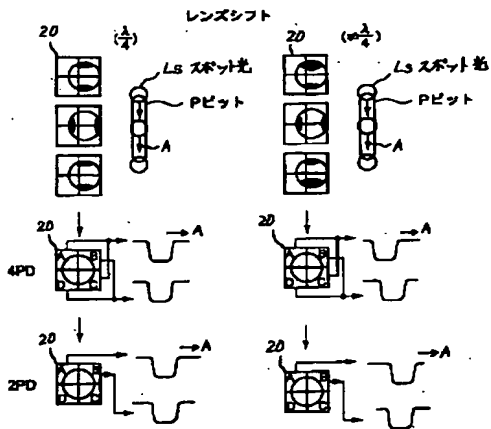
【図4】



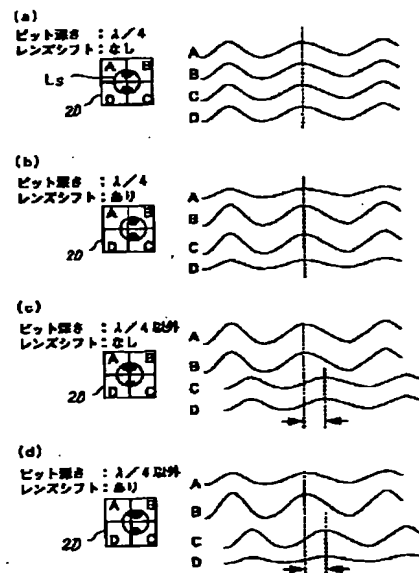
【図7】



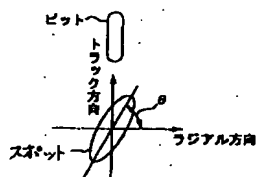
【図5】



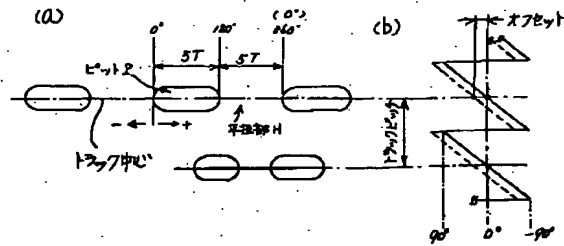
【図6】



【図8】

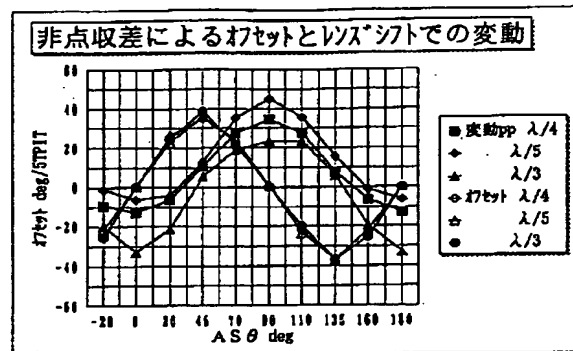


【図9】



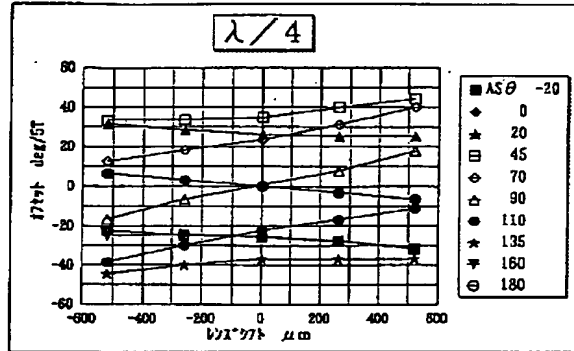
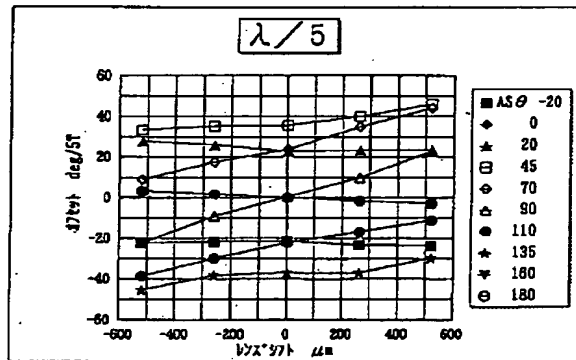
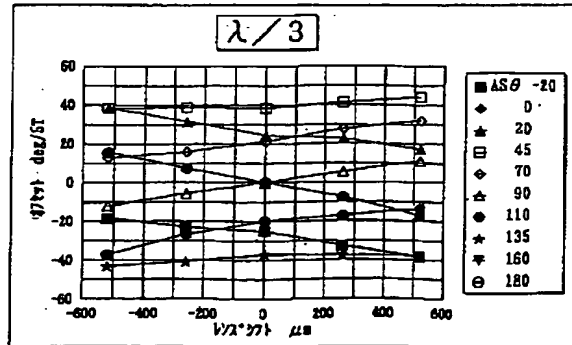
【図12】

図10と図11の2つの表示結果のまとめ



【図10】

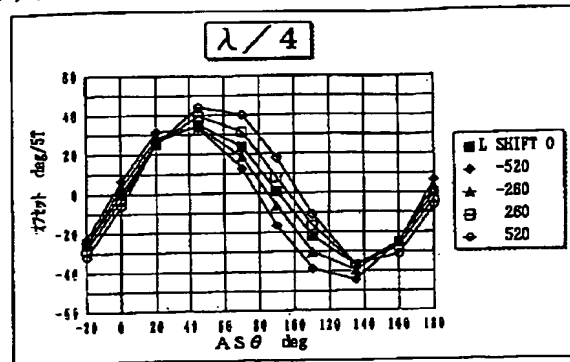
非点収差の角度をパラメータとし、レンズシフトに対するオフセットの変動特性

(a) ディスクビット深さ $\lambda/4$ の場合(b) ディスクビット深さ $\lambda/5$ の場合(c) ディスクビット深さ $\lambda/3$ の場合

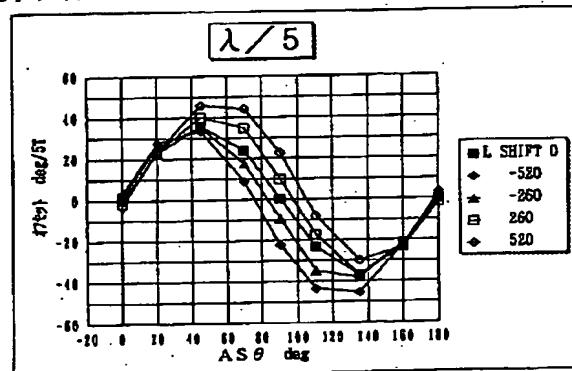
【図11】

レンズシフトをパラメータとし、非点収差の角度に対するオフセットの変動特性

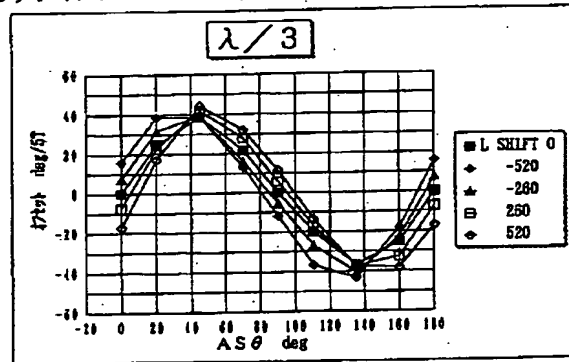
(a) ディスクビット深さ $\lambda/4$ の場合



(b) ディスクビット深さ $\lambda/5$ の場合



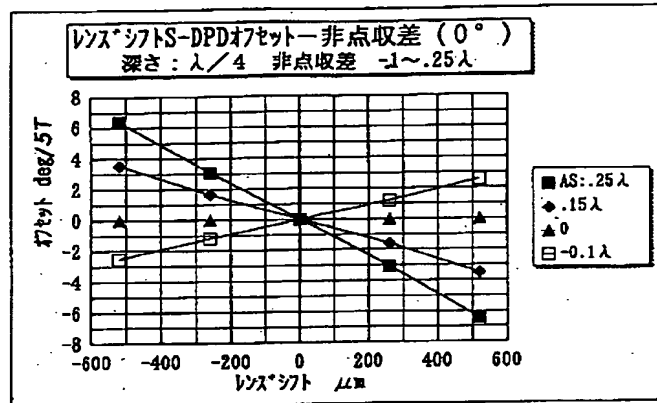
(c) ディスクビット深さ $\lambda/3$ の場合



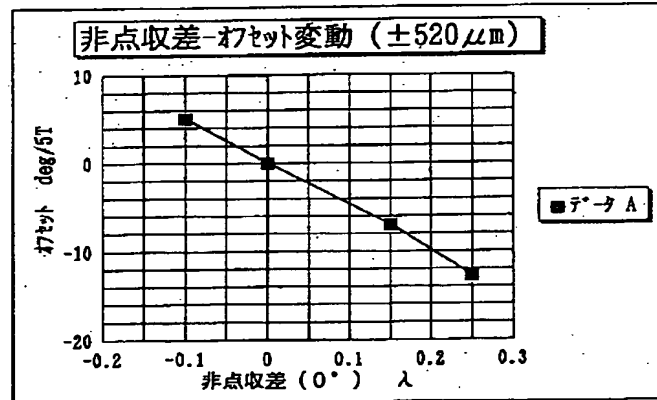
【図13】

非点収差によるオフセットの変動動特性

(a)



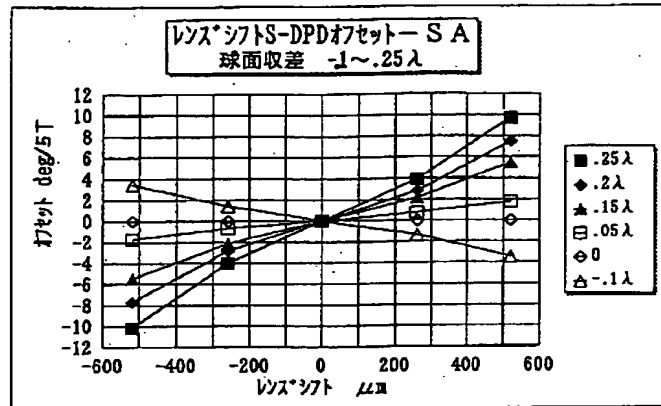
(b)



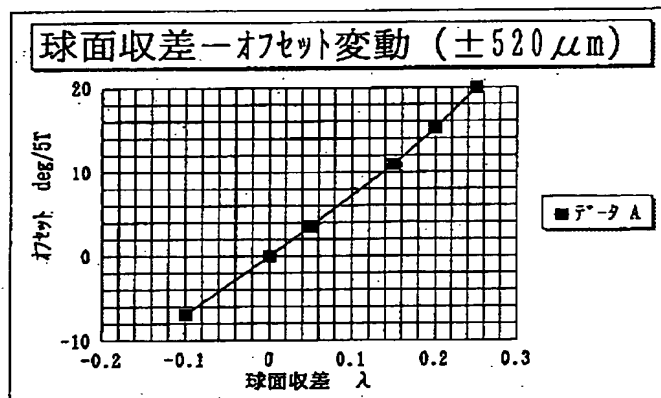
【図14】

球面収差によるオフセットの変動特性

(a)



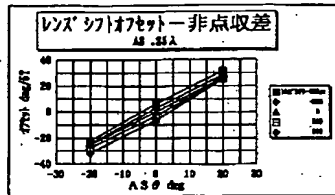
(b)



【図15】

非点収差の角度 θ が 0° 付近のオフセットの変動特性

(a) 非点収差のみの場合

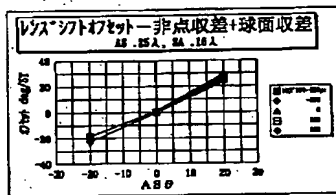


改善前



改善後

(b) 非点収差と球面収差を両方させた場合



【図16】

オフセット (非点収差 (AS $\theta = 0^\circ$ 付近) 単独と球面収差混在)